

Our Ref.:  
KON-1863

**Application For Letters Patent  
Of The United States**

Inventor(s):

Masao Asano  
Tomoe Kitani

Title of Invention:

AN IMAGE FORMING METHOD AND AN IMAGE FORMING  
APPARATUS

Attorneys:

Muserlian, Lucas and Mercanti  
475 Park Avenue South, New York, NY 10016

To All Whom It May Concern:  
The following is a specification  
of the aforesaid Invention:

## AN IMAGE FORMING METHOD AND AN IMAGE FORMING APPARATUS

### FIELD OF THE INVENTION

本発明は、カラー複写機やカラープリンタとして用いられる画像形成装置及び該画像形成装置を用いた画像形成方法に関するものである。

### DESCRIPTION OF RELATED ART

近年カラー複写機やカラープリンタにおいても、カラー画像を求める傾向が強い。実用的に価値の高いカラー画像形成方法を通常よく用いられる呼称で大別すると、転写ドラム方式、中間転写方式、KNC方式（電子写真感光体上に多色重ね合わせ画像を作り一括転写する方式）、タンデム方式の4種類がある。

KNC方式（電子写真感光体上に多色重ね合わせ画像を作り一括転写する方式）は、電子写真感光体（以後、単に感光体とも云う）上に多色のトナー像を重ね合わせることから、カラー画像を形成するのに、1つの感光体でコンパクトなカラー画

像形成装置を構成できるという特徴を有する（特開平9－319134号公報、USP5837414）。

このKNC方式のカラー画像形成では、トナー画像を感光体上で重ね合わせ、感光体から直接記録紙へ転写するので、感光体の表面特性や各トナーの特性の違いにより、しばしば、トナー画像の転写不良に伴う画像不良が発生しやすい。

例えば、感光体の表面エネルギーが高いとトナー粒子或いはトナー成分が感光体に付着し、感光体から記録紙へのトナーの転写不良が発生し、画像濃度の低下、転写抜け等の画像不良が発生しやすい。一方、現像剤に関しては、複数の現像剤の各トナー間の特性が調和していないと、トナーの転写はじきに伴う文字チリやブラックスポット（莓状の斑点）の画像欠陥が発生し、鮮鋭性を低下させる。

この「転写抜け」や「文字チリ」の原因となる転写性の改善やトナーフィルミングの防止、或いはクリーニング不良を改善するために、電子写真感光体の表面層に微粒子を含有させて、表面に凹凸をつけ、感光体表面のトナーの付着力を低減し、転写性を改良したり、ブレードとの摩擦力を低減させるなどの技術が検討されてきた。例えば、感光層にアルキルシルセスキオキサン樹脂微粒子を含有させることが報告されている（特開平5－181291号公報）。しかし、アルキルシルセスキオキサン樹脂微粒子は吸湿性があり、高湿環境下では感光体の表面の濡れ性、即ち表面エネルギーが大きくなり、転写性が低下しやすいといった問題が発生する。一方、感光体表面を低表面エネルギー化するために、フッ素樹脂粉体を含有させた電子写真感光体が報告されている。しかしながらフッ素樹脂粉体では十分な表面強度

が得られず、感光体表面の傷に起因したスジ故障は発生し易く、画像ボケも発生しやすいという問題があった（特開昭63-56658号公報）。

一方、電子写真プロセスに目を向けると潜像画像形成方式は、ハロゲンランプを光源とするアナログ画像形成とLEDやレーザを光源とするデジタル方式の画像形成に大別される。最近パソコンのプリンターとして、また通常の複写機においても画像処理の容易さや複合機への展開の容易さからデジタル方式の潜像画像形成方式が急激に主流となりつつある。

デジタル方式の画像形成では、コピーのみならず、オリジナル画像を作製する使用法が多くなり、デジタル方式の電子写真画像形成はより高画質が要求される傾向にある。

前記高画質化の要求に対して、形状因子や粒度分布を制御した小粒径化したトナーを用いて、電子写真感光体上の潜像を忠実に顕像化する研究が進められているが、前記KNC方式を用いた画像形成方式にこのようなトナーを適用しても、トナーの転写性の向上、クリーニング性の改良効果が当初予想した程には上がらず、尚転写抜けや文字チリが発生しやすい。

即ち、KNC方式を用いた画像形成方式では電子写真感光体及び現像剤の両方の特性を調整し、両方トータルのトナーの転写性を改善する事が要望されている。

#### SUMMARY

電子写真感光体上に色の異なる複数のトナー像を重ね合わせて形成し、重ねあ

わされた複数のトナー像を一括して記録紙に転写し、前記複数のトナー像を形成する各色のトナーの濁度がそれぞれ60未満であり、且つ前記各色のトナー間の濁度の差が最大5～45であることを特徴とする画像形成方法。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWING

図1は多色トナー重ね合わせ方法を用いた画像形成装置の一例の断面図である。

図2は転写ベルトが記録紙を介して電子写真感光体に当接した転写時の状態を示すベルト転写装置の一例の断面図である。

図3は画像形成装置に設置されるクリーニング手段の一例を示す構成図である。

#### DETAILED DESCRIPTION OF EXEMPLARY EMBODIMENTS

以下、本発明を詳細に説明するが、本発明はこれに限定されることを意図しない。自明な変更や代替は本発明に含まれる。

本発明のKNC方式を用いるカラー画像を形成する画像形成装置において、感光体上に重ねあわされた各色トナー像の記録紙への転写性について詳しく検討した結果、各色トナーの遊離外添剤の量が感光体から記録紙への転写性に大きく関与していることを見出し、本発明を完成した。即ち、各色トナーの内、少なくとも1つのトナーに、遊離外添剤が多い、濁度の大きいトナーを用いることにより、感光体から記録紙へのトナーの転写性が顕著に改善され、転写抜けや文字チリ等の画像欠陥が少なく、鮮鋭性が良好カラーの電子写真画像を形成することができる。

図1に本発明のKNC方式を用いた画像形成装置の一例の断面図を示す。それに基づいて、説明を行う。

(帯電・除電)

電子写真感光体(感光体ドラムと呼ぶこともある)10は、有機感光層をドラム上(支持体)に塗布したもので接地されて時計方向に駆動回転される。スコトロロン帯電器(帯電極)12は、電子写真感光体10周面に対し $V_H$ の一様な帯電を $V_G$ に電位保持されたグリッドとコロナ放電ワイヤによるコロナ放電によって与える。このスコトロロン帯電器12による帯電に先だって、前プリントまでの感光体の履歴をなくすために発光ダイオード等を用いた帯電前露光手段(PCL)11による露光を行って感光体周面の除電をしておく。

(露光)

感光体ドラム10への一様帯電ののち像露光手段13により画像信号に基づいた像露光が行われる。像露光手段13は図示しないレーザダイオードを発光光源とし回転するポリゴンミラー131、コリメートレンズ132等を通過し、反射ミラー133A、133Bにより光路を曲げられ、f $\theta$ レンズ134を経て走査がなされるもので、電子写真感光体10の回転(副走査)によって潜像が形成される。本実施例では文字部に対して露光を行い、文字部の方が低電位 $V_L$ となるような反転潜像を形成する。

(現像)

電子写真感光体10周縁にはイエロー(Y)、マゼンタ(M)、シアン(C)、黒

色（B k）等のトナーとキャリアとから成る現像剤をそれぞれ内蔵した現像器（現像手段）1 4 Y、1 4 M、1 4 C、1 4 B k が設けられていて、先ず1 色目の現像がマグネットを内蔵し現像剤を保持して回転する現像スリーブ1 4 1 によって行われる。

現像剤は層形成棒1 4 2 によって現像スリーブ1 4 1 上に3 0 0 ~ 6 0 0  $\mu$  m の層厚に規制されて現像域へと搬送される。

現像域における現像スリーブ1 4 1 と電子写真感光体1 0 との間隙は層厚（現像剤）よりも大きい0. 4 ~ 1. 0 mm に設定される。この間隙に $V_{AC}$ のACバアイスと $V_{DC}$ のDCバイアスが重畳して印加される。 $V_{DC}$ と $V_H$ 、トナーの帯電は同極性であるため、 $V_{AC}$ によってキャリアから離脱するきっかけを与えられたトナーは $V_{DC}$ より電位の高い $V_H$ の部分には付着せず、 $V_{DC}$ より電位の低い $V_L$ 部分に付着し顕像化（反転現像）が行われる。

1 色目の顕像化が終わった後2 色目の画像形成工程にはいり、再びスコロトロン帯電器1 2 による一様帯電が行われ、2 色目の画像データによる潜像が像露光手段1 3 によって形成される。このとき1 色目の画像形成工程で行われたP C L 1 1 による除電は、1 色目の画像部に付着したトナーがまわりの電位の急激な低下により飛び散るため行わない。

再び電子写真感光体1 0 周面の全面に亘って $V_H$ の電位となった感光体のうち、1 色目の画像のない部分に対しては1 色目と同様の潜像がつくられ現像が行われるが、1 色目の画像がある部分に対し再び現像を行う部分では、1 色目の付着した

トナーにより遮光とトナー自身のもつ電荷によって $V_M'$ の潜像が形成され、 $V_{DC}$ と $V_M'$ の電位差に応じた現像が行われる。この1色目と2色目の画像の重なるの部分では1色目の現像を $V_L$ の潜像をつくって行くと、1色目と2色目とのバランスが崩れるため、1色目の露光量を減らして $V_H > V_M > V_L$ となる中間電位とすることもある。

3色目、4色目についても2色目と同様の画像形成工程が行われ、電子写真感光体10周面上には4色の顕像が形成される。

(給紙)

一方、給紙カセット21より給紙され給紙ローラ221、222によって給送された記録紙Pは、転写ベルト31を張架したベルト転写装置(転写手段)30によって転写域へと給送され、電子写真感光体10周面上の多色像が一括して記録紙P上に移される。223はレジストシャッタ、224は記録紙先端通過検知センサである。

(転写)

図2は転写ベルト31が記録紙Pを介して電子写真感光体10に当接した転写時の状態を示すベルト転写装置30の断面図である。前記の転写ベルト装置30に使用した転写ベルト31は、ウレタンゴムの基体の外側にFLC層を形成された $10^{10} \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ (20℃, 60%RH)の体積抵抗率をもち、厚さ0.61mm、周長(直径)52cmの無端状のゴムベルトであり、駆動ローラ33と従動ローラ(転写前ローラ)32との間に張架されてテンションローラ35の付勢によ



り伸長率 3 % で使用される。

前記の転写前ローラ 3 2 と駆動ローラ 3 3 ならびにテンションローラ 3 5 は、ベルト転写装置 3 0 の外枠 3 0 a に収容された内枠 3 0 b に支持されていて、圧縮バネ 3 0 c により駆動ローラ 3 3 の軸 3 3 a を支点として反時計方向に付勢されている。

前記転写前ローラ 3 2 は、両端の軸に備えられた突当コロ（図示せず）を電子写真感光体 1 0 側縁部の非画像領域に当接することによって巻回する転写前ローラ 3 2 と電子写真感光体 1 0 の周面との距離が所定の値に規制されるように支持され、転写ベルト 3 1 の搬送に従動して回転される。該転写前ローラ 3 2 にはバイアス電圧印加が可能になっている。

一方、前記の駆動ローラ 3 3 は、装置本体の動力系に接続して反時計方向へと駆動回転される外径 1 5 . 3 mm のローラであって、 $R_{max} . 55 \sim 85 \mu m$  の表面粗度を備えることによって転写ベルト 3 1 とスリップすることなく確実に反時計方向へと循環し、電子写真感光体 1 0 の周速に同期して搬送する。

前記の転写ベルト 3 1 は、第 1 の電極に該当する転写前ローラ 3 2 と駆動ローラ 3 3 の間のベルト面を電子写真感光体 1 0 の周面に圧接してニップ部 N を形成し、それに対向する転写ベルト 3 1 の内側に第 2 の電極に該当するコロナ放電器 3 4 を配置してトナー像の転写域を構成している。

前記コロナ放電器 3 4 は、 $WO_3$  を材料とする線径 0 . 0 8 mm の転写ワイヤ 3 4 a と、該転写ワイヤ 3 4 a に対するサイドプレートの間隔を 7 . 5 mm に設定し

たステンレス鋼板SUS304を材料とする電極プレート34bとから構成されていて、電子写真感光体10面に対し前記の転写ワイヤ34aを7mm隔てて対向配置されている。

前記コロナ放電器34と転写前ローラ32との間は、絶縁性部材37に仕切られていて、コロナ放電器34による放電電荷が直接転写前ローラ32に直接流れ込むのを防止している。該絶縁性部材37はポリエチレンテレフタレート（PET）の薄板で作られ、前記電極プレート34bに固定されている。

また前記転写前ローラ32は、前述した突当コロの外径寸法の設定によって、巻回する転写ベルト31の外周がその下流側にわたってドラム面に間隙から過剰な圧力を生じないような接触状態となるように、テップ部で転写ベルト31を適度に挟圧している。

前記コロナ放電器34の転写ワイヤ34aには転写電極電源HV1により+3.5～+7.5kVの範囲で可変の電圧が印加され、前記の転写前ローラ32の軸32aにはバイアス電源HV2により-1000～-2500Vの範囲で可変の電圧VPRが印加されるようになっている。

トナー画像の転写に際しては、転写電極電源HV1と、バイアス電源HV2を作動にするが、転写コロナ放電器から転写ベルトに注入する電荷（+）を転写前ローラ32から転写ベルトに注入する電荷（-）より大きくすることにより、転写ベルト31に総和として+電荷を注入させ、記録紙Pにトナーを転写している。転写電極電源HV1からの出力電圧は記録紙Pの厚みや材質或いは環境条件により適宜

調整可能になっている。非通紙時には、転写電極電源HV 1を不作動にし、バイアス電源HV 2を作動にすることにより、転写ベルト3 1に総和としてマイナス電荷を注入させ、像担持体1 0上の不要トナーが転写ベルト3 1に付着するのを防止したり、或いは転写ベルト3 1に付着している残余トナーを電子写真感光体1 0に逆転移させ、転写ベルトを常時クリーニングしている。

(分離・定着・クリーニング)

トナー画像が転写した記録紙Pは、転写ベルト3 1を張架する下流側の駆動ローラ3 3の軸3 3 aを対向電極としてACコロナ放電による除電を受けたのち、あるいはACコロナ放電を受けながら転写ベルト3 1から分離する。このベルト転写装置3 0の転写ベルト3 1は多色像形成中は下流側の駆動ローラ3 3の軸3 3 aを回動中心として電子写真感光体1 0より離間されている。

ベルト転写装置3 0から分離した多色像を保持した記録紙Pは、少なくとも一方のローラ内部にヒータを有する2本の圧着ローラからなる定着装置2 3へと搬送され、圧着ローラ間で熱と圧力を加えられることにより付着トナーは熔融し、記録紙P上に固定されたのち、装置外へ排出される。

転写後の電子写真感光体1 0周面上に残った残留トナーはACコロナ放電器を用いた除電器1 5により除電を受けたのち、クリーニング装置1 6にいたり、感光体に当接したゴム材から成るクリーニングブレード1 6 Aによってクリーニング装置1 6内に掻き落とされ、スクリュウ等により排出後、回収ボックスへ貯留される。なお上記の除電器1 5はその配置によっては、転写ベルト上の密着した記録紙

を分離するための記録紙の除電を兼ねることが可能である。

クリーニング装置 16 によって残留トナーを除去された電子写真感光体 10 は PCL 11 による露光を受けたのちスコロトロン帯電器 12 によって一様帯電を受け、次の画像形成サイクルにはいる。電子写真感光体上に多色像形成中はクリーニングブレード 16 A 及び転写ベルト 31 は感光体表面から離間され、除電器 15 による AC 除電は OFF 状態に保たれる。

次に、トナーについて説明する。

トナーの濁度は以下のように定義され、測定することが出来る。

濁度；HAZE 値 = 拡散成分 / 全透過成分 × 100 (%) と定義される。

トナーの濁度測定方法；トナー 5.0 g を界面活性剤（洗淨力ファミリー；花王（株）製）1 ml の入った水溶液 50 ml に分散させ、遠心分離器（2000 rpm：10 分間）を用いて分離する。トナー成分は沈殿するため、遊離成分である上澄み液を採取する。これを日本電色（株）製 COH-300A を用いて、入射光に対する全透過成分の内の拡散成分の割合を算出し HAZE 値をトナーの濁度とする。

トナーの濁度の値が大きい場合は、外添剤等の微粒子の遊離成分が多いことを意味する。

複数の現像手段に用いられる各色トナーの濁度がそれぞれ 60 未満であり、且つ各色トナー間の濁度の差が最大 5～45 であるトナー群を用いた場合、感光体上に重ね合わされたカラートナー像の記録紙への転写性が顕著に改善され、文字チリ、転写抜け、ブラックスポット等の画像欠陥を著しく改善でき、鮮鋭性が良好で、鮮

やかなカラー画像を形成するなどのよりよい効果を得ることができる。ここで、各色トナー間の濁度の差が最大5～45であるとは、画像形成装置に画像形成に使用される複数のトナーのうちの2つを組み合わせた時の最大の差をいう。例えばイエロー (Y) 、マゼンタ (M) 、シアン (C) 、ブラック (B) のトナーが使用されている場合、YとM、YとC、YとBなどと2つのトナーを組み合わせていき、算出する。

即ち、各色トナーの濁度が60未満とすることによって、微粒子の遊離成分が少なくし、感光体上で遊離成分の飛散を防止できる。結果として、文字チリや鮮鋭性の低下の発生を抑えるやすくなる。また、遊離した成分の感光体表面の付着を少なくし、ブラックスポット（莓状の斑点画像）等の画像欠陥を抑えやすくなる。

また、各色トナー間の濁度の差が5から45の範囲では、感光体から記録紙への転写性が良好にでき、感光体上にトナーフィルミング、転写抜け、カラー画像の画像濃度の低下、鮮鋭性の低下等を防止することができる。また、各トナー間の帯電量のバランス制御を容易にし、文字チリ発生や、鮮鋭性の劣化を防止することができる。

各色トナーの濁度はそれぞれが60未満だが、好ましくは50未満、最も好ましくは40未満である。一方、各色トナー間の濁度の差は最大5～45であるが、より好ましくは10～35である。

各色トナーとしては、黒色系トナー、黄色系トナー、マゼンタ色系トナー、シアン色系トナーの4色のトナー群を用いることが好ましい。4色のトナーを用いることにより、文字画像及びカラー画像の両方の画像を鮮明に且つ色鮮やかに作製する

ことができる。

各色トナーの内、黒トナーの濁度は20未満が好ましい。黒トナーの濁度が20未満であることにより、文字を主体とした画像の鮮鋭性が良好に形成されやすい。

画像形成に使用されるトナーのうち、最大濁度を有するトナーは黄色系のトナーであるのが好ましい。黄色系のトナーは濁度が大きくなっても、比較的鮮鋭性の低下、色相の低下を起こしにくい。

トナーの濁度を前記定義と測定方法に従って60未満の範囲に制御し、且つ各トナー間の濁度の差を最大5～45にする為には、トナーの表面に付着する外添剤粒子の種類の選択と該外添剤粒子（以下単に外添剤とも云う）のトナー表面への固着度合いを制御する事によって可能である。

好ましく用いられる外添剤の数平均粒子径は、 $0.05 \sim 0.5 \mu\text{m}$ である。

この範囲の粒径を採用することによって、トナー感光体間の物理的付着力が軽減され転写性がよく、結果的に画像濃度を良好にする。また一旦付着した外添剤が現像器内の攪拌等のストレスにより容易に離脱し遊離することを防止し、遊離した粒子が現像器内で蓄積を避けることができ、その結果、現像器内での再凝集防止をし、転写抜けを防止できる。また、遊離した成分が感光体表面に付着することが少なくできるため、感光体表面へのフィルミングも防止可能となる。

外添剤のトナーへの添加量は、着色粒子（外添剤添加前のトナー）100質量部に対し、 $0.05 \sim 5.0$ 質量部（以後、特に断らない限り「部」とは、「質量部」を示す）が好ましく、特には $1.0 \sim 4.0$ 部が好ましい。

外添剤量が上述の範囲で含まれる場合、物理的付着力の低減効果が得られ良好な転写性が得られやすい。また、トナー表面に適量の外添剤が存在しやすくなり、外添剤が現像器内の攪拌等のストレスでも、容易には、遊離しない傾向がある。さらに、遊離成分が現像器内で蓄積されず、現像器内で再凝集し核となりにくく、遊離成分が現像されたトナー像に混入しにくいため、転写時に転写抜けを生じにくくしやすい。また、遊離した成分の感光体表面付着を少なくできるため、感光体表面へのトナーフィルミングが発生しにくくなる。

外添剤の着色粒子への付着状態を制御する方法は限定されず、一般的に用いられている微粒子の外添装置、トナー表面に固定又は固着する装置のすべてを用いることが出来る。

外添剤の固定化の具体的な装置としてはヘンシェルミキサー、レーディゲミキサー、TURBO SPHEREミキサー等を使用することができる。中でもヘンシェルミキサーは、外添剤の混合処理と固定処理を同一の装置で行えること、また攪拌混合の容易性や外部からの加熱の容易性などの観点で好適に使用することができる。

上記固定処理時の混合方法としては、攪拌羽根の先端の周速を $5 \sim 50 \text{ m/s}$ として処理することが望ましい。好ましくは $10 \sim 40 \text{ m/s}$ で処理されることが望ましい。また、予備混合を行い樹脂粒子表面に外添剤を均一に付着させることが好ましく、温度の制御方法としては、外部より温水等を用いて必要な温度に調整することが好ましい。

温度の測定方法は、トナーが攪拌混合されている状態でトナーが流動している部位の温度を測定するものである。また、固定処理後に冷水を流通させ、冷却、解砕工程を行うことが好ましい。

外添剤の着色粒子表面への固定化の度合いを制御する方法としては、 $T_g - 20 \leq (\text{攪拌混合温度}) \leq T_g + 20$  の温度条件で着色粒子と外添剤を攪拌混合し、機械的衝撃力を付与しながら、任意の時間の調整によって、着色粒子表面に外添剤粒子を均一に付着させることができる。

ここで言う  $T_g$  とはトナー又は該トナーを構成する結着樹脂のガラス転移温度を指す。ガラス転移温度は、DSC7 示差走査カロリメーター（パーキンエルマー社製）を用いて測定した。測定方法は、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$  で  $0^\circ\text{C}$  から  $200^\circ\text{C}$  へ昇温し、ついで、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$  で  $200^\circ\text{C}$  から  $0^\circ\text{C}$  へ冷却して前履歴を消した後、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$  で  $0^\circ\text{C}$  から  $200^\circ\text{C}$  へ昇温し、セカンドヒートの吸熱ピーク温度を求め、 $T_g$  とした。吸熱ピークが複数有る場合は、主吸熱ピークの温度を  $T_g$  とした。

トナー又は該トナーを構成する結着樹脂の  $T_g$  としては  $40 \sim 70^\circ\text{C}$  が好ましい。この範囲であると、トナーの保存性がよく、凝集しにくくなり、また定着性、生産性も良好となる。

流動性付与の観点から、外添剤の付着制御後に更に外添剤を外添してもよいが、前記トナーとしての濁度が上述の範囲内に入ることが好ましい。

前記外添剤の数平均粒子径の測定方法については、透過型電子顕微鏡観察によっ



て観察し、測定されたものを用いて表示した。

前記外添剤の組成としては特に限定されず、任意の外添剤を用いることが出来る。

例えば、無機の外添剤としては各種無機酸化物、窒化物、ホウ化物等が好適に使用される。例えば、シリカ、アルミナ、チタニア、ジルコニア、チタン酸バリウム、チタン酸アルミニウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸マグネシウム、酸化亜鉛、酸化クロム、酸化セリウム、酸化アンチモン、酸化タングステン、酸化スズ、酸化テルル、酸化マンガン、酸化ホウ素、炭化ケイ素、炭化ホウ素、炭化チタン、窒化ケイ素、窒化チタン、窒化ホウ素等が挙げられる。

更に、上記無機外添剤は疎水化处理されたものでもよい。疎水化处理を行う場合には、各種チタンカップリング剤、シランカップリング剤等のいわゆるカップリング剤によって疎水化处理することが好ましく、ステアリン酸アルミニウム、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム等の高級脂肪酸金属塩によって疎水化处理したものも好ましい。

樹脂外添剤を用いる場合も、特にその組成が限定されるものでは無い。一般的にはビニル系の有機外添剤粒子やメラミン・ホルムアルデヒド縮合物、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリアミド、ポリウレタン等の外添剤粒子が好ましい。この理由としては乳化重合法や懸濁重合法等の製造方法によって容易に製造することが可能であるからである。

トナーの粒度分布は、トナー粒子の粒径を $D$  ( $\mu\text{m}$ ) とするとき、自然対数  $\ln D$  を横軸にとり、この横軸を 0.23 間隔で複数の階級に分けた個数基準の粒度分

布を示すヒストグラムにおいて、最頻階級に含まれるトナー粒子の相対度数 ( $m_1$ ) と、前記最頻階級の次に頻度の高い階級に含まれるトナー粒子の相対度数 ( $m_2$ ) との和 (M) が70%以上であるトナーであることが好ましい。

相対度数 ( $m_1$ ) と相対度数 ( $m_2$ ) との和 (M) が70%以上であることにより、トナー粒子の粒度分布の分散が狭くなるので、前記トナー画像の一次転写性及び二次転写性を良好にし、選択現象の発生を抑制することができる。

前記の個数基準の粒度分布を示すヒストグラムは、自然対数  $1 \text{ n D}$  (D:個々のトナー粒子の粒径) を0.23間隔で複数の階級 (0~0.23:0.23~0.46:0.46~0.69:0.69~0.92:0.92~1.15:1.15~1.38:1.38~1.61:1.61~1.84:1.84~2.07:2.07~2.30:2.30~2.53:2.53~2.76...) に分けた個数基準の粒度分布を示すヒストグラムであり、このヒストグラムは、下記の条件に従って、コールターマルチサイザーにより測定されたサンプルの粒径データを、I/Oユニットを介してコンピュータに転送し、当該コンピュータにおいて、粒度分布分析プログラムにより作製されたものである。

〔測定条件〕

- (1) アパーチャー: 100  $\mu\text{m}$
- (2) サンプル調製法: 電解液 [ISOTON R-11 (コールターサイエンティフィックジャパン社製)] 50~100 ml に界面活性剤 (中性洗剤) を適量加えて攪拌し、これに測定試料 10~20 mg を加える。この系を超

音波分散機にて1分間分散処理することにより調製する。

本発明に用いられるトナーの粒径は、体積平均粒径で $3 \sim 9 \mu\text{m}$ が好ましい。

体積平均粒径が $3 \sim 9 \mu\text{m}$ であることにより、感光体に付着してフィルミングを発生させる付着力の大きいトナー微粒子が少なくなり、また、転写効率が高くなってハーフトーンの画質が向上し、細線やドット等の画質が向上する。トナーの体積平均粒径および粒度分布は、コールターカウンターTA-II、コールターマルチサイザー、SLAD1100（島津製作所社製レーザ回折式粒径測定装置）等を用いて測定することができる。コールターカウンターTA-II及びコールターマルチサイザーではアパーチャー径 $=100 \mu\text{m}$ のアパーチャーを用いて $2.0 \sim 40 \mu\text{m}$ の範囲における粒径分布を測定し求めたものである。

この粒径は、重合法によりトナー粒子を形成させる場合には、後に詳述するトナーの製造方法において、凝集剤の濃度や有機溶媒の添加量、または融着時間、さらには重合体自体の組成によって制御することができる。粉碎法による場合は、分級工程により調整が可能である。

このトナーを製造する方法は特に限定されるものではない。しかしながら、重合法トナー（重合トナーとも云う）が製造方法として簡便である点と、粉碎トナーに比較して均一性に優れる点等で好ましい。

重合トナーとはトナー用バインダーの樹脂の生成とトナー形状がバインダー樹脂の原料モノマーの重合、及びその後の化学的処理により形成されて得られるトナーを意味する。より具体的には懸濁重合、乳化重合等の重合反応と必要により、そ

の後に行われる粒子同士の融着工程を経て得られるトナーを意味する。重合トナーは原料モノマーを水系で均一に分散した後に重合させトナーを製造することから、トナーの粒度分布、及び形状が均一なトナーが得られる。

いずれにしろ、本発明は、粉碎法トナーを、重合法トナー同様、排除しない。

#### 《トナーの構成、及び製造方法》

トナーの製造方法は、最も一般的に用いられている粉碎法、即ちバインダー樹脂と着色剤、その他必要により添加される種種の添加剤を混練粉碎後分級して作製しても良いし、離型剤、着色剤を含有した樹脂粒子を媒体中で合成作製して製造してもよい。

水系媒体中で融着させる方法として、例えば特開昭63-186253号公報、同63-282749号公報、特開平7-146583号公報等に記載されている方法や、樹脂粒子を塩析／融着させて形成する方法等をあげることができる。

ここで用いられる樹脂粒子は重量平均粒径50～2000nmが好ましく、これらの樹脂粒子は乳化重合、懸濁重合、シード重合等のいずれの造粒重合法によっても良いが、好ましく用いられるのは乳化重合法である。

樹脂の製造に用いられる単量体は、いずれの製造方法においても、従来公知の重合性単量体を用いることができる。また、要求される特性を満たすように、1種または2種以上のものを組み合わせてもよい。

バインダー樹脂としては特に限定されるものではなく、スチレン系樹脂、アクリル系樹脂、スチレン-アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、スチレン-ブタジエン樹

脂、エポキシ樹脂等、一般的に知られているバインダー樹脂を使用することができる。

スチレン系樹脂、アクリル系樹脂、スチレン-アクリル樹脂を構成する樹脂としては、スチレン、*o*-メチルスチレン、*m*-メチルスチレン、*p*-メチルスチレン、 $\alpha$ -メチルスチレン、*p*-クロロスチレン、3,4-ジクロロスチレン、*p*-フェニルスチレン、*p*-エチルスチレン、2,4-ジメチルスチレン、*p*-*t*-ブチルスチレン、*p*-*n*-ヘキシルスチレン、*p*-*n*-オクチルスチレン、*p*-*n*-ノニルスチレン、*p*-*n*-デシルスチレン、*p*-*n*-ドデシルスチレンの様なスチレンあるいはスチレン誘導体、メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸*n*-ブチル、メタクリル酸イソプロピル、メタクリル酸イソブチル、メタクリル酸*t*-ブチル、メタクリル酸*n*-オクチル、メタクリル酸2-エチルヘキシル、メタクリル酸ステアシル、メタクリル酸ラウシル、メタクリル酸フェニル、メタクリル酸ジエチルアミノエチル、メタクリル酸ジメチルアミノエチル等のメタクリル酸エステル誘導体、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸イソプロピル、アクリル酸*n*-ブチル、アクリル酸*t*-ブチル、アクリル酸イソブチル、アクリル酸*n*-オクチル、アクリル酸2-エチルヘキシル、アクリル酸ステアシル、アクリル酸ラウシル、アクリル酸フェニル、アクリル酸ジメチルアミノエチル、アクリル酸ジエチルアミノエチル等のアクリル酸エステル誘導体等が具体的に樹脂を構成する単量体として挙げられ、これらは単独あるいは組み合わせて使用することができる。

その他のビニル系重合体の具体的例示化合物としては、エチレン、プロピレン、イソブチレン等のオレフィン類、塩化ビニル、塩化ビニリデン、臭化ビニル、弗化ビニル、弗化ビニリデン等のハロゲン系ビニル類、プロピオン酸ビニル、酢酸ビニル、ベンゾエ酸ビニル等のビニルエステル類、ビニルメチルエーテル、ビニルエチルエーテル等のビニルエーテル類、ビニルメチルケトン、ビニルエチルケトン、ビニルヘキシルケトン等のビニルケトン類、N-ビニルカルバゾール、N-ビニルインドール、N-ビニルピロリドン等のN-ビニル化合物、ビニルナフタレン、ビニルピリジン等のビニル化合物類、アクリロニトリル、メタクリロニトリル、アクリルアミド、N-ブチルアクリルアミド、N, N-ジブチルアクリルアミド、メタクリルアミド、N-ブチルメタクリルアミド、N-オクタデシルアクリルアミド等のアクリル酸あるいはメタクリル酸誘導体がある。これらビニル系単量体は単独あるいは組み合わせて使用することができる。

さらに、スチレン-アクリル系樹脂（ビニル系樹脂）で含カルボン酸重合体を得るための単量体例としては、アクリル酸、メタクリル酸、 $\alpha$ -エチルアクリル酸、フマル酸、マレイン酸、イタコン酸、ケイ皮酸、マレイン酸モノブチルエステル、マレイン酸モノオクチルエステル、ケイ皮酸無水物、アルケニルコハク酸メチルハーフエステル等が挙げられる。

さらに、ジビニルベンゼン、エチレングルコールジアクリレート、ジエチレングリコールジアクリレート、トリエチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、トリエチレン

グリコールジメタクリレート等の架橋剤を添加してもよい。

また、ポリエステル樹脂としては、2価以上のカルボン酸と2価以上のアルコール成分を縮合重合させて得られる樹脂である。2価のカルボン酸の例としてはマレイン酸、フマル酸、シトラコ酸、イタコン酸、グルタコ酸、フタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸、コハク酸、アジピン酸、セバシン酸、アゼライン酸、マロン酸、n-ドデシルコハク酸、n-ドデセニルコハク酸、イソドデシルコハク酸、イソドデセニルコハク酸、n-オクチルコハク酸、n-オクテニルコハク酸等が挙げられ、これらの酸無水物も使用することができる。

また、ポリエステル樹脂を構成する2価のアルコール成分の例としては、ポリオキシプロピレン(2.2)-2,2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、ポリオキシプロピレン(3.3)-2,2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、ポリオキシエチレン(2.0)-2,2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、ポリオキシプロピレン(2.0)-ポリオキシエチレン(2.0)-2,2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン、ポリオキシプロピレン(6)-2,2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン等のエーテル化ビスフェノール、エチレングリコール、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、1,2-プロピレングリコール、1,3-プロピレングリコール、1,4-ブタンジオール、1,4-ブテンジオール、ネオペンチルグリコール、1,5-ペンタングリコール、1,6-ヘキサングリコール、1,4-シクロヘキサンジメタノール、ジプロピレングリコール、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、ポリテトラ

メチレングリコール、ビスフェノールA、ビスフェノールZ、水素添加ビスフェノールA等をあげることができる。

また、ポリエステル樹脂として架橋構造を有するものとしては、下記3価のカルボン酸、例えば1, 2, 4-ベンゼントリカルボン酸、2, 5, 7-ナフタレントリカルボン酸、1, 2, 4-ナフタレントリカルボン酸、1, 2, 4-ブタントリカルボン酸、1, 2, 5-ヘキサントリカルボン酸、1, 3-ジカルボキシルー2-メチルー2-メチレンカルボキシプロパン、1, 2, 4-シクロヘキサントリカルボン酸、テトラ(メチレンカルボキシル)メタン、1, 2, 7, 8-オクタンテトラカルボン酸、ピロメリット酸、エンポール三量体酸等があげられ、これらの酸無水物、あるいは多価アルコール成分、具体的にはソルビトール、1, 2, 3, 6-ヘキサンテトロール、1, 4-ソルビタン、ペンタエリスリトール、ジペンタエリスリトール、トリペンタエリスリトール、1, 2, 4-ブタントリオール、1, 2, 5-ペンタトリオール、グリセロール、2-メチルプロパントリオール、2-メチルー1, 2, 4-ブタントリオール、トリメチロールエタン、トリメチロールプロパン、1, 3, 5-トリヒドロキシメチルベンゼン等を添加することで架橋ポリエステル樹脂とすることもできる。

黒色系トナー（以下、トナーBkとも称する）、黄色系トナー（以下、トナーYとも称する）、マゼンタ色系トナー（以下、トナーMとも称する）、シアン色系トナー（以下、トナーCとも称する）中に用いられる着色剤としては無機顔料、有機顔料を挙げることができる。



無機顔料としては、従来公知のものをを用いることができる。具体的な無機顔料を以下に例示する。

黒色系の顔料としては、例えば、ファーネスブラック、チャンネルブラック、アセチレンブラック、サーマルブラック、ランプブラック等のカーボンブラック、更にマグネタイト、フェライト等の磁性粉も用いられる。

これらの無機顔料は所望に応じて単独または複数を選択併用する事が可能である。また顔料の添加量は重合体に対して2～20質量%であり、好ましくは3～15質量%が選択される。

磁性トナーとして使用する際には、前述のマグネタイトを添加することができる。この場合には所定の磁気特性を付与する観点から、トナー中に20～60質量%添加することが好ましい。

有機顔料としても従来公知のものをを用いることができる。具体的な有機顔料を以下に例示する。

マゼンタまたはレッド用の顔料（マゼンタ色系）としては、C. I. ピグメントレッド2、C. I. ピグメントレッド3、C. I. ピグメントレッド5、C. I. ピグメントレッド6、C. I. ピグメントレッド7、C. I. ピグメントレッド15、C. I. ピグメントレッド16、C. I. ピグメントレッド48：1、C. I. ピグメントレッド53：1、C. I. ピグメントレッド57：1、C. I. ピグメントレッド122、C. I. ピグメントレッド123、C. I. ピグメントレッド139、C. I. ピグメントレッド144、C. I. ピグメントレッド149、C.

I. ピグメントレッド166、C. I. ピグメントレッド177、C. I. ピグメントレッド178、C. I. ピグメントレッド222等が挙げられる。

オレンジまたはイエロー用の顔料（黄色系）としては、C. I. ピグメントオレンジ31、C. I. ピグメントオレンジ43、C. I. ピグメントイエロー12、C. I. ピグメントイエロー13、C. I. ピグメントイエロー14、C. I. ピグメントイエロー15、C. I. ピグメントイエロー17、C. I. ピグメントイエロー93、C. I. ピグメントイエロー94、C. I. ピグメントイエロー138等が挙げられる。

グリーンまたはシアン用の顔料（シアン色系）としては、C. I. ピグメントブルー15、C. I. ピグメントブルー15：2、C. I. ピグメントブルー15：3、C. I. ピグメントブルー16、C. I. ピグメントブルー60、C. I. ピグメントグリーン7等が挙げられる。

これらの有機顔料は所望に応じて単独または複数を選択併用する事が可能である。また顔料の添加量は重合体に対して2～20質量%であり、好ましくは3～15質量%が選択される。

着色剤は表面改質して使用することもできる。その表面改質剤としては、従来公知のものを使用することができ、具体的にはシランカップリング剤、チタンカップリング剤、アルミニウムカップリング剤等が好ましく用いることができる。

トナーには、流動性の改良やクリーニング性の向上などの目的で、いわゆる外添剤を添加して使用することができる。これら外添剤としては前記に記したように、

特に限定されるものではなく、種々の無機粒子、有機粒子及び滑剤を使用することができる。

前記外添剤粒子とは別に、滑剤を外添剤としてトナーに添加してもよい。滑剤には、例えばステアリン酸の亜鉛、アルミニウム、銅、マグネシウム、カルシウム等の塩、オレイン酸の亜鉛、マンガン、鉄、銅、マグネシウム等の塩、パルミチン酸の亜鉛、銅、マグネシウム、カルシウム等の塩、リノール酸の亜鉛、カルシウム等の塩、リシノール酸の亜鉛、カルシウムなどの塩等の高級脂肪酸の金属塩が挙げられる。

これら滑剤の添加量は、トナーに対して0.1～5質量%程度が好ましい。トナー化工程は上記で得られたトナー粒子を、例えば流動性、帯電性、クリーニング性の改良を行うことを目的として、前述の外添剤を添加してもよい。外添剤の添加方法としては、タービュラーミキサー、ヘンシェルミキサー、ナウターミキサー、V型混合機などの種々の公知の混合装置を使用することができる。

トナーは、バインダー樹脂、着色剤以外にトナー用添加剤として種々の機能を付与することのできる材料を加えてもよい。具体的には離型剤、荷電制御剤等が挙げられる。

離型剤としては、種々の公知のもので、具体的には、ポリプロピレン、ポリエチレン等のオレフィン系ワックスや、これらの変性物、カルナウバワックスやライスワックス等の天然ワックス、脂肪酸ビスアミドなどのアミド系ワックスなどをあげることができる。これらは離型剤粒子として加えられ、樹脂や着色剤と共に塩析／

融着させることが好ましいことはすでに述べた。

荷電制御剤も同様に種々の公知のもので、且つ水中に分散することができるものを使用することができる。具体的には、ニグロシン系染料、ナフテン酸または高級脂肪酸の金属塩、アルコキシル化アミン、第4級アンモニウム塩化合物、アゾ系金属錯体、サリチル酸金属塩あるいはその金属錯体等が挙げられる。

#### 《現像剤》

トナーは、一成分現像剤でも二成分現像剤として用いてもよいが、好ましくは二成分現像剤としてである。

一成分現像剤として用いる場合は、非磁性一成分現像剤として前記トナーをそのまま用いる方法もあるが、通常はトナー粒子中に0.1～5  $\mu\text{m}$ 程度の磁性粒子を含有させ磁性一成分現像剤として用いる。その含有方法としては、着色剤と同様に非球形粒子中に含有させるのが普通である。

又、キャリアと混合して二成分現像剤として用いることができる。この場合は、キャリアの磁性粒子として、鉄、フェライト、マグネタイト等の金属、それらの金属とアルミニウム、鉛等の金属との合金等の従来から公知の材料を用いる。特にフェライト粒子が好ましい。上記磁性粒子は、その体積平均粒径としては15～100  $\mu\text{m}$ 、より好ましくは25～60  $\mu\text{m}$ のものがよい。

キャリアの体積平均粒径の測定は、代表的には湿式分散機を備えたレーザ回折式粒度分布測定装置「ヘロス (HELOS)」(シンパティック (SYMPATEC) 社製) により測定することができる。

キャリアは、磁性粒子が更に樹脂により被覆されているもの、あるいは樹脂中に磁性粒子を分散させたいわゆる樹脂分散型キャリアが好ましい。コーティング用の樹脂組成としては、特に限定は無いが、例えば、オレフィン系樹脂、スチレン系樹脂、スチレン-アクリル系樹脂、シリコーン系樹脂、エステル系樹脂或いはフッ素含有重合体系樹脂等が用いられる。また、樹脂分散型キャリアを構成するための樹脂としては、特に限定されず公知のものを使用することができ、例えば、スチレンアクリル樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素系樹脂、フェノール樹脂等を使用することができる。

次に、感光体について詳細に説明する。

画像形成装置に用いられる電子写真感光体は無機感光体、有機感光体のいずれを用いてもよいが、潜像形成の際に、像露光に用いられるレーザ光への感色性、生産性の良好さ等から有機感光体が好ましい。

ここで、有機感光体とは電子写真感光体の構成に必要不可欠な電荷発生機能及び電荷輸送機能の少なくとも一方の機能を有機化合物に持たせて構成された電子写真感光体を意味し、公知の有機電荷発生物質又は有機電荷輸送物質から構成された感光体、電荷発生機能と電荷輸送機能を高分子錯体で構成した感光体等公知の有機電子写真感光体を全て含有する。

画像形成装置に用いられる電子写真感光体は感光体表面を低表面エネルギーの物性にし、感光体から記録紙へのトナーの転写性を向上させることが好ましい。このための方策として、1つは、感光体の表面層をフッ素系樹脂粒子を含有させた表

面層にすること、他の1つは感光体の表面に表面エネルギー低下剤を供給することにより、感光体の表面エネルギーを小さくし、感光体から記録紙へのトナーの転写性を良好にすることができる。この感光体の表面エネルギーを低下させることと、前記したトナー濁度を調製したトナー群を用いることを併用することにより、感光体から記録紙へのトナーの転写効率を挙げ、その結果、文字画像、カラー画像とも鮮鋭性が良好で、且つ色相再現が良好なカラーの電子写真画像を提供することができる。

又、電子写真感光体は表面エネルギーを低下させることにより、表面層は水に対する接触角が $90^{\circ}$ 以上であることが好ましい。水に対する接触角が $90^{\circ}$ 以上にするによりトナー等のクリーニング性を改善すると共に、感光体から記録紙へのトナーの転写性を良好にすることができる。

上記フッ素系樹脂粒子としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、ポリ三フッ化塩化エチレン、ポリフッ化ビニル、ポリ四フッ化エチレンーパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、ポリ四フッ化エチレンー六フッ化プロピレン共重合体、ポリエチレンー三フッ化エチレン共重合体、ポリ四フッ化エチレンー六フッ化プロピレンーパーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体等の樹脂粒子を挙げることができ、体積平均粒径で $0.05 \sim 10 \mu\text{m}$ が好ましく、より好ましくは $0.1 \sim 5 \mu\text{m}$ である。又、感光体に含有するフッ素系樹脂粒子の量は、感光体の表面層のバインダー樹脂に対して、好ましくは $0.1 \sim 90$ 質量%、より好ましくは $1 \sim 50$ 質量%であり、 $0.1\%$ 以上の場合は感光層に

十分な耐刷性や潤滑性を付与することができ、前記トナーの一次転写性の改善が大きく、画像濃度の低下、転写抜け、鮮鋭性の劣化等が発生しにくい。90質量%以下とすると表面層の形成が容易に成りやすい。

なお、上記フッ素系樹脂粒子の体積平均粒径はレーザ回折／散乱式粒度分布測定装置「LA-700」（堀場製作所（株）社製）により測定される。

又、感光体の表面接触角は、純水に対する接触角を接触角計（CA-DT・A型：協和界面科学社製）を用いて20℃50%RHの環境下で測定する。

次に、表面エネルギー低下剤について、記載する。ここで表面エネルギー低下剤とは電子写真感光体の表面に付着し、電子写真感光体の表面エネルギーを低下させる物質を云い、具体的には表面に付着することにより、電子写真感光体の表面の接触角（純水に対する接触角）を1°以上増加させる材料を云う。

表面エネルギー低下剤としては、電子写真感光体の表面の接触角（純水に対する接触角）を1°以上増加させる材料であれば、材料に限定はない。感光体表面への延展性及び均一な膜形成性能を有する材料として、表面エネルギー低下剤としては、脂肪酸金属塩が最も好ましい。該脂肪酸金属塩は、炭素数10以上の飽和又は不飽和脂肪酸の金属塩が好ましい。たとえばステアリン酸アルミニウム、ステアリン酸インジウム、ステアリン酸ガリウム、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸リチウム、ステアリン酸マグネシウム、ステアリン酸ナトリウム、パルチミン酸アルミニウム、オレイン酸アルミニウム等が挙げられ、より好ましくはステアリン酸金属塩である。

上記脂肪酸金属塩の中でも特にフローテスターの流出速度が高い脂肪酸金属塩

は劈開性が高く、前記感光体表面でより効果的に脂肪酸金属塩の層を形成することができる。流出速度の範囲としては $1 \times 10^{-7}$ 以上 $1 \times 10^{-1}$ 以下が好ましく、 $5 \times 10^{-4}$ 以上 $1 \times 10^{-2}$ 以下であると最も好ましい。フローテストの流出速度の測定は島津フローテスター「CFT-500」（島津製作所（株）製）を用いて測定した。

表面エネルギー低下剤を感光体に付与する方法は、限りはなく、例えば（１）現像剤に表面エネルギー低下剤を混合して、現像剤から感光体に付与する方法や、（２）電子写真感光体の表面に表面エネルギー低下剤を供給する剤付与手段による付与方法のいずれも採用してよい。しかし、即ち、表面エネルギー低下剤を現像剤に混合する場合は、該混合により、トナーの帯電特性、流動性等の現像特性に影響を与え、十分な混合量を達成することが困難な場合があり、又トナーとの関係でいえば、現像剤に表面エネルギー低下剤を混合することにより、転写抜けや、文字チリの発生防止効果が著しく低下しやすいためである。そのため、電子写真感光体の表面に表面エネルギー低下剤を供給する剤付与手段を有して、付与する方法が好ましい。剤付与手段は電子写真感光体周辺の適当な位置に設置することができるが、設置空間を有効利用するには、図１記載の帯電手段、現像手段、クリーニング手段の一部を利用して、設置しても良い。以下、クリーニング手段に剤付与手段を併用した例を挙げる。

図３は画像形成装置に設置可能なクリーニング手段の他の構成図である。

該クリーニング手段は図１のクリーニング手段１６として用いられる。図３のク



リーニングブレード16Aが支持部材16Bに取り付けられている。該クリーニングブレードの材質としてはゴム弾性体が用いられ、その材料としてはウレタンゴム、シリコンゴム、フッ素ゴム、クロロピレンゴム、ブタジエンゴム等が知られているが、これらの内、ウレタンゴムは他のゴムに比して摩耗特性が優れている点で特に好ましい。

一方、支持部材16Bは板状の金属部材やプラスチック部材で構成される。金属部材としてはステンレス鋼板、アルミ板、或いは制震鋼板等が好ましい。

感光体表面に圧接するクリーニングブレードの先端部は、感光体の回転方向と反対方向（カウンター方向）に向けて負荷をかけた状態で圧接することが好ましい。図3に示すようにクリーニングブレードの先端部は感光体と圧接するときに、圧接面を形成することが好ましい。

クリーニングブレードの感光体への当接荷重 $P$ 、当接角 $\theta$ の好ましい値としては、 $P = 5 \sim 40 \text{ N/m}$ 、 $\theta = 5 \sim 35^\circ$ である。

当接荷重 $P$ はクリーニングブレード16Aを感光体ドラム10に当接させたときの圧接力 $P'$ の法線方向ベクトル値である。

当接角 $\theta$ は感光体の当接点Aにおける接線Xと変形前のブレードとのなす角を表す。16Eは支持部材を回転可能にする回転軸であり、16Gは荷重バネを示す。

前記クリーニングブレードの自由長 $L$ は図3に示すように支持部材16Bの端部Bの位置から変形前のブレードの先端点の長さを表す。該自由長の好ましい値としては $L = 6 \sim 15 \text{ mm}$ 、である。クリーニングブレードの厚さ $t$ は $0.5 \sim 10$

mmが好ましい。ここで、クリーニングブレードの厚さとは図3に示すように支持部材16Bの接着面に対して垂直な方向を示す。

図3のクリーニング手段には剤付与手段を兼ねたブラシロール16Cが用いられている。該ブラシロールは感光体10に付着したトナーの除去、クリーニングブレード16Aで除去されたトナーの回収機能と共に、表面エネルギー低下剤を感光体に供給する剤付与手段としての機能を有する。即ち該ブラシロールは感光体10と接触し、その接触部においては感光体と進行方向が同方向に回転し、感光体上のトナーや紙粉を除去すると共に、クリーニングブレード16Aで除去されたトナーを搬送し、搬送スクリュウ16Jに回収する。この間の経路はブラシロール16Cに除去手段としてのフリッカ16Iを当接させることにより、感光体10からブラシロール16Cに転移したトナー等の除去物を除去することが好ましい。更にこのフリッカに付着したトナーをスクレーパ16Dで除去し、トナーを搬送スクリュウ16Jに回収する。回収されたトナーは廃棄物として外部に取り出されるか、或いはトナーリサイクル用のリサイクルパイプ（図示せず）を経由して現像器に搬送され再利用される。フリッカ16Iの材料としてはステンレス、アルミニウム等の金属管が好ましく用いられる。一方、スクレーパ16Dとしては、リン青銅板、ポリエチレンテレフタレート板、ポリカーボネート板等の弾性板が用いられ、先端がフリッカの回転方向に対し鋭角を形成するカウンター方式で当接させるのが好ましい。

表面エネルギー低下剤（ステアリン酸亜鉛等の固形素材）16Kはブラシロール

にバネ荷重 16 S で押圧されて取り付けられており、ブラシは回転しながら、該表面エネルギー低下剤を擦過して、感光体の表面に表面エネルギー低下剤を供給する。

ブラシロール 16 C としては導電性又は半導電性体のブラシロールが用いられる。

ブラシロールのブラシ構成素材は、任意のものを用いることができるが、疎水性で、かつ誘電率が高い繊維形成性高分子重合体を用いるのが好ましい。このような高分子重合体としては、例えばレーヨン、ナイロン、ポリカーボネート、ポリエステル、メタクリル酸樹脂、アクリル樹脂、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリビニルアセテート、スチレンーブタジエン共重合体、塩化ビニリデンーアクリロニトリル共重合体、塩化ビニルー酢酸ビニル共重合体、塩化ビニルー酢酸ビニルー無水マレイン酸共重合体、シリコーン樹脂、シリコーンーアルキッド樹脂、フェノールホルムアルデヒド樹脂、スチレンーアルキッド樹脂、ポリビニルアセタール(例えばポリビニルブチラール)等が挙げられる。これらのバインダ樹脂は単独であるいは2種以上の混合物として用いることができる。特に、好ましくはレーヨン、ナイロン、ポリエステル、アクリル樹脂、ポリプロピレンである。

また、前記ブラシは、導電性又は反導電性のものが用いられ、構成素材にカーボン等の低抵抗物質を含有させ、任意の比抵抗に調整したものが使用できる。

ブラシロールのブラシ毛の比抵抗は、常温常湿(温度 26℃、相対湿度 50%)で、長さ 10 cm の1本のブラシ毛の両端に 500 V の電圧を印加した状態で測定

して、 $10^1 \Omega \text{ cm} \sim 10^6 \Omega \text{ cm}$ の範囲内のものが好ましい。

即ち、ブラシロールはステンレス等の芯材に $10^1 \Omega \text{ cm} \sim 10^6 \Omega \text{ cm}$ の比抵抗を持つ導電性又は半導電性のブラシ毛を用いることが好ましい。この範囲にすることによって、放電によるバンディング等を防止でき、感光体との電位差も高くすることができてクリーニング性を良好に維持できる。

ブラシロールに用いるブラシ毛1本の太さは、5～20デニールが好ましい。5デニール以上の場合、十分な擦過力が得られ、表面付着物を除去できる。20デニール以下の場合、ブラシが適度な剛性となり、感光体の表面を傷つけることなく、摩耗を最小限に抑え、感光体の寿命を長くする。

ここでいう「デニール」とは、前記ブラシを構成するブラシ毛（繊維）の長さ9000mの質量をg（グラム）単位で測定した数値である。

前記ブラシのブラシ毛密度は、 $4.5 \times 10^2 / \text{cm}^2 \sim 2.0 \times 10^4 / \text{cm}^2$ （1平方センチあたりのブラシ毛数）である。このような範囲に設定することによって、剛直度が適正となり、擦過力も適度にすることができる。その結果、擦過にムラがなくなり、付着物を均一に除去することができ、感光体の摩耗を防止して、感度低下によるカブリや傷による黒スジ等の不良画像も防止することができる。

ブラシロールの感光体に対する食い込み量は0.4～1.5mmに設定されるのが好ましく、0.5～1.2mmがより好ましい。この食い込み量は、感光体ドラムとブラシロールの相對運動によって発生するブラシにかかる負荷を意味する。この負荷は、感光体ドラムから見れば、ブラシから受ける擦過力に相当し、その範囲

を規定することは、感光体が適度な力で擦過されたほうがよいことを意味する。

この食い込み量とはブラシを感光体に当接したとき、ブラシ毛が感光体表面で曲がらずに、直線的に内部に進入したと仮定した時の内部への食い込み長さを云う。

表面エネルギー低下剤が供給された感光体ではブラシによる感光体表面の擦過力が小さいため、食い込み量が、上述の範囲であると、トナーや紙粉などの感光体表面へのフィルミングを抑制することができ、画像上でムラなどの発生を防止できる。また、感光体の摩耗量が少なくし、感度低下によるカブリが発生したり、感光体表面に傷が発生し、画像上にスジ故障が発生することを防止できる。

ブラシロールに用いられるロール部の芯材としては、主としてステンレス、アルミニウム等の金属、紙、プラスチック等が用いられるが、これらにより限定されるものではない。

ブラシロールは円柱状の芯材の表面に接着層を介してブラシを設置した構成であることが好ましい。

ブラシロールは、その当接部分が感光体の表面と同方向に移動するように回転するのが好ましい。該当接部分を同方向に移動させると、感光体の表面に過剰なトナーが存在した場合に、ブラシロールにより除去されたトナーがこぼれて記録紙や装置を汚すことを防止できる。

感光体とブラシロールとが前記のように、同方向に移動する場合に、両者の表面速度比は1対1.1～1対2の範囲内の値であることが好ましい。この範囲にすることにより、ブラシロールのトナー除去能力が良好に保つことが可能となり、結果、

クリーニング不良やブレードバウンディングやめくれを防止することが可能となる。

尚、図3のクリーニング装置を用いる場合も、電子写真感光体上に多色像形成中はクリーニングブレード16A、ブラシロール16C及び転写ベルト31は感光体表面から離間される。

#### EXAMPLE

次に、本発明の態様を具体的に説明するが、本発明の構成はこれに限られるものではない。

##### 現像剤の作製

トナー及び現像剤の作製（トナー1Bk、1Ya、1Yb、1M、1Cの作製）  
n-ドデシル硫酸ナトリウム0.90kgと純水10.0リットルを入れ攪拌溶解した。この溶液に、リーガル330R（キャボット社製カーボンブラック）1.20kgを徐々に加え、1時間よく攪拌した後に、サンドグラインダー（媒体型分散機）を用いて、20時間連続分散した。このものを「着色剤分散液1」とする。

また、ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム0.055kgとイオン交換水4.0リットルとからなる溶液を「アニオン界面活性剤溶液A」とする。

ノニルフェノールポリエチレンオキサイド10モル付加物0.014kgとイオン交換水4.0リットルとからなる溶液を「ノニオン界面活性剤溶液B」とする。

過硫酸カリウム223.8gをイオン交換水12.0リットルに溶解した溶液を

「開始剤溶液C」とする。

温度センサー、冷却管、窒素導入装置を付けた容積100リットルのGL（グラ  
スライニング）反応釜に、WAXエマルジョン（数平均分子量3000のポリプロ  
ピレンエマルジョン：数平均一次粒子径＝120nm／固形分濃度＝29.9%）  
3.41kgと「アニオン界面活性剤溶液A」全量と「ノニオン界面活性剤溶液B」  
全量とを入れ、攪拌を開始した。次いで、イオン交換水44.0リットルを加えた。

加熱を開始し、液温度が75℃になったところで、「開始剤溶液C」全量を滴下  
して加えた。その後、液温度を75℃±1℃に制御しながら、スチレン12.1k  
gとアクリル酸n-ブチル2.88kgとメタクリル酸1.04kgとt-ドデシ  
ルメルカプタン548gとを滴下しながら投入した。滴下終了後、液温度を80℃  
±1℃に上げて、6時間加熱攪拌を行った。ついで、液温度を40℃以下に冷却し  
攪拌を停止し、ポールフィルターで濾過してラテックスを得た。これを「ラテック  
スーA」とする。

なお、ラテックスーA中の樹脂粒子のガラス転移温度は57℃、軟化点は12  
1℃、分子量分布は、重量平均分子量＝1.27万、重量平均粒径は120nmで  
あった。

ドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム0.055kgをイオン交換純水4.0  
リットルに溶解した溶液を「アニオン界面活性剤溶液D」とする。

また、ノニルフェノールポリエチレンオキサイド10モル付加物0.014kg  
をイオン交換水4.0リットルに溶解した溶液を「ノニオン界面活性剤溶液E」と

する。

過硫酸カリウム（関東化学社製）200.7 gをイオン交換水12.0リットルに溶解した溶液を「開始剤溶液F」とする。

温度センサー、冷却管、窒素導入装置、楕形バッフルを付けた100リットルのGL反応釜に、WAXエマルジョン（数平均分子量3000のポリプロピレンエマルジョン：数平均一次粒子径＝120 nm／固形分濃度 29.9%）3.41 kgと「アニオン界面活性剤溶液D」全量と「ノニオン界面活性剤溶液E」全量とを入れ、攪拌を開始した。

次いで、イオン交換水44.0リットルを投入した。加熱を開始し、液温度が70℃になったところで、「開始剤溶液F」を添加した。ついで、スチレン11.0 kgとアクリル酸n-ブチル4.00 kgとメタクリル酸1.04 kgとt-ドデシルメルカプタン9.02 gとをあらかじめ混合した溶液を滴下した。滴下終了後、液温度を72℃±2℃に制御して、6時間加熱攪拌を行った。さらに、液温度を80℃±2℃に上げて、12時間加熱攪拌を行った。液温度を40℃以下に冷却し攪拌を停止した。ポールフィルターで濾過し、この濾液を「ラテックス-B」とする。

なお、ラテックス-B中の樹脂粒子のガラス転移温度は58℃、軟化点は132℃、分子量分布は、重量平均分子量＝24.5万、重量平均粒径は110 nmであった。

塩析剤としての塩化ナトリウム5.36 kgをイオン交換水20.0リットルに溶解した溶液を「塩化ナトリウム溶液G」とする。



フッ素系ノニオン界面活性剤 1.00 g をイオン交換水 1.00 リットルに溶解した溶液を「ノニオン界面活性剤溶液H」とする。

温度センサー、冷却管、窒素導入装置、粒径および形状のモニタリング装置を付けた 100 リットルの SUS 反応釜に、上記で作製したラテックス A = 20.0 kg とラテックス B = 5.2 kg と着色剤分散液 1 = 0.4 kg とイオン交換水 20.0 kg とを入れ攪拌した。ついで、40℃に加熱し、塩化ナトリウム溶液 G、イソプロパノール（関東化学社製）6.00 kg、ノニオン界面活性剤溶液 H をこの順に添加した。その後、10 分間放置した後に、昇温を開始し、液温度 85℃まで 60 分で昇温し、85 ± 2℃にて 0.5 ~ 3 時間加熱攪拌して塩析／融着させながら粒径成長させた（塩析／融着工程）。次に純水 2.1 リットルを添加して粒径成長を停止させ、融着粒子分散液を作製した。

温度センサー、冷却管、粒径および形状のモニタリング装置を付けた 5 リットルの反応容器に、上記で作製した融着粒子分散液 5.0 kg を入れ、液温度 85℃ ± 2℃にて、0.5 ~ 1.5 時間加熱攪拌して形状制御した（形状制御工程）。その後、40℃以下に冷却し攪拌を停止した。次に遠心分離機を用いて、遠心沈降法により液中にて分級を行い、目開き 45 μm の篩いで濾過し、この濾液を会合液とする。ついで、ヌッチェを用いて、会合液よりウェットケーキ状の非球形状粒子を濾取した。その後、イオン交換水により洗浄した。この非球形状粒子をフラッシュジェットドライヤーを用いて吸気温度 60℃にて乾燥させ、ついで流動層乾燥機を用いて 60℃の温度で乾燥させた。得られた着色粒子の 100 質量部に、疎水性シリカ（疎

水化度＝75／数平均一次粒子径＝12 nm)を0.5質量部、及び0.05  $\mu\text{m}$ の酸化チタン0.25質量部添加し、ヘンシェルミキサーの周速を40 m/s、52℃で10分間混合し「トナー1 B k」を得た。

トナー1 B kの製造において、カーボンブラックの代わりにC. I. ピグメントイエロー185を使用した以外同様にして「トナー1 Y a」を得た。又、ヘンシェルミキサーの周速を少し遅くして、「トナー1 Y b」を得た。

トナー1 B kの製造において、カーボンブラックの代わりにC. I. ピグメントレッド122を使用した以外同様にして「トナー1 M」を得た。

トナー1 B kの製造において、カーボンブラックの代わりにC. I. ピグメントブルー15：3を使用した以外同様にして「トナー1 C」を得た。トナー1 B k、1 Y a、1 M、1 Cのトナーの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$ の測定結果を表1に、トナー濁度の測定結果を表2に示す。又、トナー1 Y bの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$ はトナー1 Y aとほとんど同じであった。(トナー2 B k、2 Y a～2 Y f、2 M、2 Cの作製) 前記トナー1 B k、1 Y、1 M、1 Cの作製において、疎水性シリカ(疎水化度＝75／数平均一次粒子径＝12 nm)を疎水性シリカ(疎水化度＝77／数平均一次粒子径＝20 nm)に変更し、ヘンシェルミキサーの周速、及び時間を変更した以外は、同様にしてトナー2 B k、2 Y a～2 Y f、2 M、2 Cを作製した。トナー2 B k、2 Y a～2 Y f、2 M、2 Cの濁度の測定結果を表2に示す。尚、これらのトナーのトナーの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$ は基本的にトナー1 B k、1 Y a、1 M、1 Cの各色に対応したそれら(トナーの個数平

均粒径、 $M(m_1+m_2)$  ) の測定結果とほとんど同じであった。(トナー 3 B k、3 Y a ~ 3 Y d、3 M、3 C の作製) 前記トナー 1 B k、1 Y、1 M、1 C の作製において、疎水性シリカ(疎水化度 = 7.5 / 数平均一次粒子径 = 12 nm) を 0.5 質量部から 1.8 質量部に変更し、ヘンシェルミキサーの周速及び混合時間を変更した以外は、同様にしてトナー 3 B k、3 Y a ~ 3 Y d、3 M、3 C を作製した。トナー 3 B k、3 Y a ~ 3 Y d、3 M、3 C の濁度の測定結果を表 2 に示す。尚、これらのトナーの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$  は基本的にトナー 1 B k、1 Y a、1 M、1 C の各色に対応したそれらの測定結果とほとんど同じであった。(トナー 4 B k、4 Y a ~ 4 Y c、4 M、4 C の作製) 前記トナー 1 B k、1 Y、1 M、1 C の作製において、疎水性シリカ(疎水化度 = 7.5 / 数平均一次粒子径 = 12 nm) を 0.5 質量部から疎水性シリカ(疎水化度 = 7.7 / 数平均一次粒子径 = 20 nm) を 1.8 質量部に変更し、ヘンシェルミキサーの周速及び混合時間を変更した以外は、同様にしてトナー 4 B k、4 Y a ~ 4 Y c、4 M、4 C を作製した。トナー 4 B k、4 Y a ~ 4 Y c、4 M、4 C の濁度の測定結果を表 2 に示す。尚、これらのトナーの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$  は基本的にトナー 1 B k、1 Y a、1 M、1 C の各色に対応したそれらの測定結果とほとんど同じであった。

(トナー 5 B k、5 Y、5 M a ~ 5 M c、5 C の作製)

前記トナー 1 B k、1 Y、1 M、1 C の作製において、疎水性シリカ(疎水化度 = 7.5 / 数平均一次粒子径 = 12 nm) を 0.5 質量部から疎水性シリカ(疎水化度 = 7.7 / 数平均一次粒子径 = 20 nm) を 3.3 質量部に変更し、ヘンシェルミキ

サーの周速及び混合時間を変更した以外は、同様にしてトナー 5 B k、5 Y、5 M a～5 M c、5 C を作製した。トナー 5 B k、5 Y、5 M a～5 M c、5 C の濁度の測定結果を表 2 に示す。尚、これらのトナーの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$  は基本的にトナー 1 B k、1 Y a、1 M、1 C の各色に対応したそれらの測定結果とほとんど同じであった。(トナー 6 B k、6 Y、6 M、6 C a～6 C c の作製) 前記トナー 1 B k、1 Y、1 M、1 C の作製において、ヘンシェルミキサーの周速及び混合時間を変更した以外は、同様にしてトナー 6 B k、6 Y、6 M、6 C a～6 C c を作製した。トナー 6 B k、6 Y、6 M、6 C a～6 C c の濁度の測定結果を表 2 に示す。尚、トナーの個数平均粒径、 $M(m_1+m_2)$  は基本的にトナー 1 B k、1 Y a、1 M、1 C の各色に対応したそれらの測定結果とほとんど同じであった。

【表 1】

トナー No.	トナー粒子の 個数平均粒径 ( $\mu m$ )	$M(m_1+m_2)$ (%)
1Bk	5.6	80.7
1Ya	5.7	78.8
1M	5.6	81.3
1C	5.6	80.3

【表 2】

現像剤群 (トナー群) No.	現像剤(Bk)No. =トナー(Bk)No.		現像剤(Y)No. =トナー(Y)No.		現像剤(M)No. =トナー(M)No.		現像剤(C)No. =トナー(C)No.		濁度差 (最大-最小)	備考
	トナーNo.	濁度	トナーNo.	濁度	トナーNo.	濁度	トナーNo.	濁度		
1	1Bk	6.2	1Ya	10.3	1M	6.6	1C	6.4	4.1	本発明外
2	1Bk	6.2	1Yb	11.4	1M	6.6	1C	6.4	5.2	本発明内
3	2Bk	12.5	2Ya	18.3	2M	12.0	2C	11.3	7.0	本発明内
4	2Bk	12.5	2Yb	22.1	2M	12.0	2C	11.3	10.8	本発明内
5	2Bk	12.5	2Yc	35.3	2M	12.0	2C	11.3	24.0	本発明内
6	2Bk	12.5	2Yd	46.0	2M	12.0	2C	11.3	34.7	本発明内
7	2Bk	12.5	2Ye	55.1	2M	12.0	2C	11.3	43.8	本発明内
8	2Bk	12.5	2Yf	58.3	2M	12.0	2C	11.3	47.0	本発明外
9	3Bk	18.5	3Ya	33.4	3M	19.3	3C	23.8	14.9	本発明内
10	3Bk	18.5	3Yb	46.0	3M	19.3	3C	23.8	27.5	本発明内
11	3Bk	18.5	3Yc	56.8	3M	19.3	3C	23.8	38.3	本発明内
12	3Bk	18.5	3Yd	63.3	3M	19.3	3C	23.8	44.8	本発明外
13	4Bk	22.3	4Ya	33.8	4M	29.3	4C	30.5	11.5	本発明内
14	4Bk	22.3	4Yb	55.6	4M	29.3	4C	30.5	33.3	本発明内
15	4Bk	22.3	4Yc	62.2	4M	29.3	4C	30.5	39.9	本発明外
16	5Bk	31.5	5Y	35.6	5Ma	33.2	5C	44.7	13.2	本発明内
17	5Bk	31.5	5Y	35.6	5Mb	55.1	5C	44.7	23.6	本発明内
18	5Bk	31.5	5Y	35.6	5Mc	63.3	5C	44.7	31.8	本発明外
19	6Bk	6.4	6Y	7.3	6M	5.3	6Ca	12.1	6.8	本発明内
20	6Bk	6.4	6Y	7.3	6M	5.3	6Cb	23.4	18.1	本発明内
21	6Bk	6.4	6Y	7.3	6M	5.3	6Cc	52.4	47.1	本発明外

### 〔現像剤の製造〕

トナー 1 B k ~ 1 C、トナー 2 B k ~ 2 C、トナー 3 B k ~ 3 C、トナー 4 B k ~ 4 C、トナー 5 B k ~ 5 C、トナー 6 B k ~ 6 C c の各トナー 10 質量部と、スチレン-メタクリレート共重合体で被覆した  $45\text{ }\mu\text{m}$  フェライトキャリア 100 質量部とを混合することにより、評価用の現像剤 1 B k ~ 1 C、現像剤 2 B k ~ 2 C、現像剤 3 B k ~ 3 C、現像剤 4 B k ~ 4 C、現像剤 5 B k ~ 5 C、現像剤 6 B k ~ 6 C c を製造した。

### 〔感光体の作製〕

下記のごとくして、実施例に用いる感光体を作製した。

#### 感光体 1 の作製

下記中間層塗布液を調製し、洗浄済み円筒状アルミニウム基体上に浸漬塗布法で塗布し、乾燥膜厚  $0.3\text{ }\mu\text{m}$  の中間層を形成した。

#### 〈中間層 (UCL) 塗布液〉

ポリアミド樹脂 (アミラン CM-8000 : 東レ社製) 60 g

メタノール 1600 ml

下記塗布液成分を混合し、サンドミルを用いて 10 時間分散し、電荷発生層塗布液を調製した。この塗布液を浸漬塗布法で塗布し、前記中間層の上に乾燥膜厚  $0.2\text{ }\mu\text{m}$  の電荷発生層を形成した。

#### 〈電荷発生層 (CGL) 塗布液〉

Y型チタニルフタロシアニン (Cu-K $\alpha$  特性X線によるX線回折の 最大ピーク角度が  $2\theta$  で  $27.3^\circ$ ) 60 g

シリコーン樹脂溶液 (KR5240、15%キシレン-ブタノール溶液 : 信越化学社製) 700 g

2-ブタノン 2000 ml

下記塗布液成分を混合し、溶解して電荷輸送層塗布液を調製した。この塗布液を前記電荷発生層の上に浸漬塗布法で塗布し、膜厚  $20\ \mu\text{m}$  の電荷輸送層を形成した。

〈電荷輸送層 (CTL) 塗布液〉

電荷輸送物質 (4-メトキシ-4'-(4-メチル- $\alpha$ -フェニルスチリル)トリフェニルアミン) 200 g

ビスフェノールZ型ポリカーボネート (ユーピロンZ300 : 三菱ガス化学社製) 300 g

ヒンダードアミン (サノールLS2626 : 三共社製) 3 g

1, 2-ジクロロエタン 2000 ml

感光体2の作製 感光体1の作製において、電荷輸送層までは同様に塗布した。

〈表面保護層〉

電荷輸送物質 (4-メトキシ-4'-(4-メチル- $\alpha$ -フェニルスチリル)トリフェニルアミン) 200 g

ビスフェノールZ型ポリカーボネート (ユーピロンZ300 : 三菱ガス化学社製) 300 g

ヒンダードアミン化合物（サノールLS2626：三共社製）	3 g
コロイダルシリカ（30%メタノール溶液）	8 g
ポリテトラフルオロエチレン樹脂粒子（平均粒径0.5 $\mu\text{m}$ ）	100 g
1-ブタノール	50 g

を混合し、溶解して表面保護層塗布液を調製した。この塗布液を前記電荷輸送層の上に浸漬塗布法で塗布し、100℃、40分の加熱硬化を行い乾燥膜厚4  $\mu\text{m}$ の表面保護層を形成し、感光体2を作製した。

実施例1（表面層にフッ素系樹脂粒子を含有する感光体2を用いた例）

〈評価〉 各実施例、比較例において、表2に示す組み合わせの現像剤群（トナー群）を用い、Y（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）、Bk（ブラック）の各現像手段を有する図1記載のカラーデジタル複写機に搭載し、オリジナル画像に白地部、Bk及びY、M、Cのソリッド（べた）画像部、文字画像部、ハーフトーン画像を有するA4画像を常温常湿（20℃、50%RH）下、1万枚印刷し評価した。評価項目、評価方法、評価基準を下記に記載する。

文字チリ

文字画像を形成し、目視及び20倍ルーペにて文字周辺のトナーチリを観察し、以下の基準で評価した。

◎：ルーペ観察でも、文字周辺のトナーチリが観察されない（良好）

○：目視では判別できないが、ルーペでは文字周辺のトナーチリが観察される（実



用上問題ない)

×：目視で文字周辺のトナーチリが観察され、文字の鮮鋭性が劣る（実用上問題あり）

転写抜け

濃度0.4のハーフトーン画像を転写紙（坪量200g/m<sup>2</sup>）の両面に形成し、転写抜けによるホワイトスポットの発生を目視にて評価した。

◎◎：まったく転写抜けない（非常に良好）

◎：画像100枚あたり裏面のみ1～2個の転写抜けが存在するものの凝視しなければ判別できない（良好）

○：画像50枚あたり1～4個の転写抜けが存在するものの凝視しなければ判別できない（実用上問題ない）

×：画像50枚あたり、表裏関係なく、5個以上の明瞭な転写抜けが存在する（実用上問題あり）

ブラックスポット

ハーフトーン画像に、周期性が感光体の周期と一致し、ブラックスポット（莓状のスポット画像）がA4サイズ当たり何個あるかで判定した。

◎：0.4mm以上のブラックスポットの発生頻度：全ての複写画像が3個/A4以下（良好）

○：0.4mm以上のブラックスポットの発生頻度：4個/A4以上、15個/A4以下が1枚以上発生（実用上問題なし）

×：0.4mm以上のブラックスポットの発生頻度：16個/A4以上が1枚以上発生（実用上問題有り）

#### 画像濃度

画像濃度の測定は、各色のべた部を濃度計「RD-918」（マクベス社製）を使用し、記録紙をゼロとした相対反射濃度で測定した。

◎：Bk、及びY、M、Cのソリッド（べた）画像部の各濃度が1.2以上（良好）

○：Bk、及びY、M、Cのソリッド（べた）画像部の各濃度が0.8以上（実用上問題なし）

×：Bk、及びY、M、Cのソリッド（べた）画像部の各濃度が0.8未満（実用上問題あり）

#### （鮮鋭性）

画像の鮮鋭性は、低温低湿（10℃20%RH）、高温高湿（30℃80%RH）の両環境において画像を出し、文字潰れで評価した。3ポイント、5ポイントの文字画像を形成し、下記の判断基準で評価した。

◎：3ポイント、5ポイントとも明瞭であり、容易に判読可能

○：3 ポイントは一部判読不能、5 ポイントは明瞭であり、容易に判読可能

×：3 ポイントは殆ど判読不能、5 ポイントも一部あるいは全部が判読不能

KNC方式のデジタル複写機のプロセス条件

画像形成のライン速度  $L/S$  : 160 mm/sec

感光体 (180 mm $\phi$ ) の帯電条件 : 現像部での感光体表面電位 -750 V

像露光光 : 半導体レーザー (波長 : 780 nm)

現像条件 (非接触現像)

DC バイアス = -650 V

AC バイアス :  $V_{p-p} = 1.8$  kV, 周波数 = 8 kHz

$D_{sd}$  (感光体と現像スリーブの最近接距離) = 500  $\mu$ m

押圧規制力 = 10 gf/mm

押圧規制棒 = SUS 416 (磁性ステンレス製) / 直径 3 mm

現像スリーブ = 直径 20 mm

現像剤層厚 = 150  $\mu$ m

転写条件 (図 2 の符号を付けて説明する)

転写ベルト 31 : ウレタンゴム製、厚さ 0.61 mm、周長  $\phi$  52 mm、使用時の伸長率 3%、体積抵抗率  $10^{10} \sim 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$  (20°C, 60%RH)。

転写前ローラ (第 1 の電極) 32 : 両側端に突き当てコロを有し、転写ベルト 31 と像担持体 10 との間隙を規制する。バイアス電圧印加可能。

コロナ放電器（第2の電極）34：放電ワイヤとサイドプレートとの間隔7.5 mm、放電ワイヤと像担持体10との間隔7.0 mm、放電ワイヤの線径0.08 mm、放電ワイヤの材質 $\text{WO}_3$ 、電極プレートの材質SUS304。

駆動ローラ33：外径15.3 mm、表面粗度 $R_{\text{max}}$ . 55~85  $\mu\text{m}$

転写電流電源HV1：+3.5 KV~+7.5 KV

転写前ローラ32へのバイアス電源 HV2：-1000 V~-2500 V

感光体のクリーニング条件 クリーニングブレード：ウレタンゴムブレードを感光体回転方向にカウンター方式で当接した。

結果を表3に示す。

【表 3】

現像剤群 (トナー群) No.	文字チリ	転写抜け	ブラック スポット	画像濃度	鮮鋭性	備考
1	○	×	○	×	×	本発明外
2	◎	○	○	○	○	本発明内
3	◎	○	◎	○	◎	本発明内
4	◎	◎◎	◎	◎	◎	本発明内
5	◎	◎◎	◎	◎	◎	本発明内
6	◎	◎◎	○	◎	◎	本発明内
7	◎	◎	○	◎	○	本発明内
8	×	○	○	○	×	本発明外
9	◎	◎	◎	◎	◎	本発明内
10	◎	◎	○	◎	◎	本発明内
11	◎	◎	○	◎	○	本発明内
12	○	○	×	○	×	本発明外
13	○	◎	◎	◎	◎	本発明内
14	○	◎	○	◎	◎	本発明内
15	×	○	×	○	×	本発明外
16	○	◎	○	◎	◎	本発明内
17	○	◎	○	◎	◎	本発明内
18	×	○	×	×	×	本発明外
19	◎	○	○	○	○	本発明内
20	◎	◎	◎	◎	◎	本発明内
21	×	×	○	○	×	本発明外

上記表 3 より、本発明の要件を満足する現像剤群、即ち、各色トナー間の濁度の差が最大 5 ～ 4 5 の範囲にある現像剤群（No. 2、3、4、5、6、7、9、10、11、13、14、16、17、19、20）は文字チリ、転写抜け、ブラックスポット、画像濃度、鮮鋭性とも実用範囲以上の良好な評価を達成しているのに

対し、本発明外の現像剤群（No. 1、8、12、15、18、21）では、各色トナー間の濁度の差が4.1のNo. 1ではトナーの流動性が十分でなく、転写性、画像濃度、鮮鋭性が低下し、濁度の差が4.7のNo. 8、No. 21では帯電量のバランスの不安定さから、文字チリ（カラーの文字チリ）が多く、鮮鋭性が低下している。No. 21では、転写抜けも発生している。又、各色トナーのいずれかの濁度が60以上の現像剤群（No. 12、No. 15、No. 18）は遊離外添剤が過多となり、ブラックスポットが多発して鮮鋭性が低下している。又、本発明の要件を満たす前記現像剤群の中でも、各色トナー間の濁度の差が最大10～35で且つ黒トナーの濁度が20未満の現像剤群（No. 4、5、6、9、10、20）は改善効果が顕著である。

#### 実施例2（感光体1を用い、表面エネルギー低下剤を供給した例）

上記実施例1のKNC方式のデジタル複写機のプロセス条件中の感光体のクリーニング装置を図3に示した剤付与手段を兼ねたブラシロールを持つクリーニング手段に変更し、表面エネルギー低下剤のステアリン酸亜鉛を図3の16Kに設置して、感光体表面にブラシロールを介してステアリン酸亜鉛を供給しながら、実施例1と同様に表2に示す現像剤群（トナー群）を用いて評価した。評価項目、評価方法、評価基準も実施例1と同様にした。

図3の剤付与手段を有するクリーニング手段のクリーニング条件 クリーニングブレード：ウレタンゴムブレードを感光体回転方向にカウンター方式で当接した。

クリーニングブラシ：導電性アクリル樹脂、ブラシ毛密度（ $3 \times 10^3 / \text{cm}^2$ ）、

食い込み量を1.0mmに設定した。

上記の条件での評価をした。その結果、実施例1とほぼ同一の評価結果が得られた。即ち、感光体の表面層がフッ素系樹脂粒子を含有していなくても、感光体表面に表面エネルギー低下剤を供給することにより、実施例1と同様の効果が得られる。

### 実施例3（トナーの粒度分布を変更した例）

（トナー7Bk、7Y、7M、7Cの作製）

前記トナー2Bk、2Yb、2M、2Cのトナー製造において、遠心沈降法による液中の分級のレベルを変えて、M ( $m_1+m_2$ ) 等を変えた以外は、同様にしてトナー7Bk、7Y、7M、7Cを作製した。トナー7Bk、7Y、7M、7Cのトナーの個数平均粒径、M ( $m_1+m_2$ ) 及びトナー濁度を表4に示す。

これらのトナーの各トナー10質量部と、スチレン-メタクリレート共重合体で被覆した45 $\mu$ mフェライトキャリア100質量部とを混合することにより、評価用の現像剤7Bk、7Y、7M、7Cとした現像剤22群を作製した。

（トナー8Bk、8Y、8M、8Cの作製）

前記トナー2Bk、2Yb、2M、2Cのトナー製造において、遠心沈降法による液中の分級のレベルを変えて、M ( $m_1+m_2$ ) 等を変えた以外は、同様にしてトナー8Bk、8Y、8M、8Cを作製した。トナー8Bk、8Y、8M、8Cのトナーの個数平均粒径、M ( $m_1+m_2$ ) 及びトナー濁度を表4に示す。

これらのトナーの各トナー10質量部と、スチレン-メタクリレート共重合体で被覆した45 $\mu$ mフェライトキャリア100質量部とを混合することにより、評価

用の現像剤 8 B k、8 Y、8 M、8 C とした現像剤 2 3 群を作製した。

【表 4】

トナー No.	トナー粒子の 個数平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	M( $m_1+m_2$ ) (%)	濁度	濁度差 (最大-最小)
7Bk	5.4	71.5	14.6	11.2
7Y	5.5	72.3	25.6	
7M	5.4	71.1	14.4	
7C	5.4	72.1	15.7	
8Bk	5.7	68.3	21.5	15.7
8Y	5.8	68.5	37.2	
8M	5.7	67.8	23.3	
8C	5.7	68.8	23.6	

実施例 1 の現像剤 4 群（トナー 2 B k、2 Y b、2 M、2 C）の代わりに現像剤 2 2 群、2 3 群を用いた他は、実施例 1 と同様にして評価を行った。その結果を表 5 に示す。

【表 5】

現像剤群 (トナー群) No.	文字チリ	転写抜け	ブラック スポット	画像濃度	鮮鋭性
22	◎	◎	◎	◎	◎
23	○	○	○	◎	○

表 5 より、前記トナー粒子の相対度数の和 (M) が 70 % 以上の現像剤 2 2 群は、(M) が 70 % 未満の現像剤 2 3 群に比し、評価項目の改善度が優れていることが見られる。



本発明の **embodiments** により、KNC方式を用いた画像形成装置を用いて良好なカラーの電子写真画像を提供できる。すなわち、上記実施例より明らかなように、KNC方式のトナー転写特性の改善を達成でき、トナー転写の低下から発生する転写抜けや文字チリ等の画像欠陥を防止でき、且つ画像濃度や鮮鋭性が良好なカラー画像を形成できる電子写真方式の画像形成装置、画像形成方法を提供することができる。